



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 24 717 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 02 F 1/01**  
G 02 F 1/17  
G 02 F 1/19  
// H 01 S 3/106

②1 Aktenzeichen: P 44 24 717.6  
②2 Anmeldetag: 13. 7. 94  
④3 Offenlegungstag: 18. 1. 96

DE 44 24 717 A 1

⑦1 Anmelder:  
Daimler-Benz Aerospace AG, 80804 München, DE

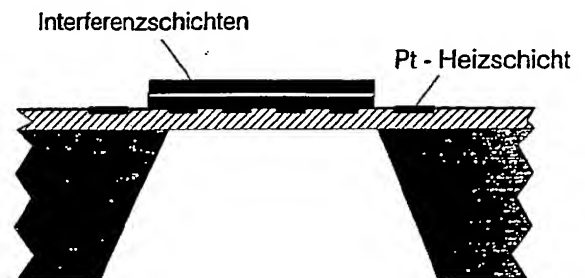
⑦2 Erfinder:  
Krötz, Gerhard, Dr. Dr., 81539 München, DE; Schmitt,  
Nikolaus, Dipl.-Phys., 80797 München, DE

BEST AVAILABLE COPY

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Optoelektronisches Mikrosystem

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf ein optoelektronisches Element, bei dem die Variation der optischen Eigenschaften thermisch induziert werden, wobei die Temperaturvariation entweder durch ohmsche Verlustheizung in dem Schichtaufbau selbst oder in einer zweiten - mit der ersten thermisch eng kontaktierten - Schicht erfolgt. Weitere Ausführungsbeispiele sind beschrieben und in den Figuren der Zeichnung skizziert.



DE 44 24 717 A 1

1000 nm zu einer Verschiebung der Bandpaßmittenwellenlänge von ca. 60–80 nm führt. Durch Kombination zweier oder mehrerer solcher thermisch einstellbarer Interferenzfilter ist ein Spektrometer realisierbar, bei dem die Mitten- bzw. Kantenwellenlänge der dielektrischen Schichten durch die einzustellende Temperatur verändert werden kann. Ein solches Spektrometer ist beispielsweise als Fabry-Perot-Spektrometer in Resonanz oder einfach als ein System gegeneinander abstimmbarer Filter realisierbar.

In der Fig. 3 ist der Entwurf eines Phasenmodulators oder Frequenz-tuning-Elements für den Einsatz in miniaturisierten Laserresonatoren dargestellt. Hierbei wird die thermisch induzierte Brechungsindex- und Längenänderung einer einzelnen oder mehrerer Schichten dazu verwendet, die Phase oder Frequenz eines Lasers durch Änderung der optischen Länge einer solchen – in den Laserresonator eingebrachten – Schicht zu beeinflussen. Ausschlaggebend für den Modulationsbereich ist die Schichtdicke der freitragenden Schicht und die Höhe der Temperatur die einstellbar ist. Die Heizschicht selbst kann transparent sein (z. B. ITO) oder ist so geformt, daß sie ein Transmissionsfenster offen läßt.

Ein optisches Bandpaßfilter variabler Durchlaßkurvenbreite ist ebenfalls realisierbar (Fig. 4a). Zwei thermooptisch veränderbare Spiegelschichtmembranen werden auf verschiedener Temperatur gehalten, wobei die eine Membran als Tiefpaß-, die andere als Hochpaßfilter aufgebaut ist, durch die das Licht trifft. Eine Transmission findet nur im Überlappungsbereich der Einzelkurven statt (Fig. 4b). Der Überlappungsbereich wird durch eine Variation der Temperaturdifferenz vergrößert oder verkleinert, bis hin zu einer vollen Sperrung des Transmissionsdurchgangs.

Nicht dargestellt, aber ebenso realisierbar, ist eine Kombination zweier thermooptischer Spiegelschichtmembranen, wobei die Verschiebung der Filterkante  $d\lambda/dT$  unterschiedliche Vorzeichen aufweist. Die Temperatur beider Membranen ist dann auch gleich zu wählen, wobei die Breite des Überlappungsbereichs dann eine Funktion der gemeinsamen Temperatur ist.

In gleicher Weise ist ein Spektrometer realisierbar, wenn das  $d\lambda/dT$  der beiden Spiegelschichten gleich ist. Eine Änderung der Temperatur führt dann zu einer Verschiebung der Zentralwellenlänge unter Konstanz der Transmissionsbreite. Prinzipiell anwendbar sind alle Komponenten sowohl in Transmission als auch analog in Reflexion.

Die Fig. 5 zeigt eine abstimmbare Spiegelschicht, bei der gezielt ein Gradient des Reflexionskoeffizienten über die geometrische Formung der Heizschicht einstellbar ist. Beispielsweise führt eine kreisbogenförmige Heizschicht zu einem radialen Temperaturgradienten, der in einem hierzu proportional radialen Brechungsindexgradienten und daraus folgend Reflexions- bzw. Transmissionsgradienten resultiert. Auf diese Weise können beispielsweise Spiegel mit radialem Reflexionsgradienten ("Super-Gauß'sche Spiegel") realisiert werden, bei denen der Reflexionsgradient über die Temperatur der Heizschicht eingestellt werden kann. Solche Spiegel sind z. B. bei Multimode-Lasern zur Reduktion der transversalen Modenstruktur oder als Modenblende nützlich.

#### Patentansprüche

1. Optoelektronisches Element für mikrooptische Systeme mit einem – auf einer Trägerschicht aufgebracht – Dünnschichtaufbau, das in seinen

optischen Eigenschaften – wie Brechungsindex, Absorptionskoeffizient, Bandgap usw. – temperaturmäßig variierbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Variation der optischen Eigenschaften thermisch induziert wird und die Temperaturvariation entweder durch Ohmsche Verlustheizung in dem Dünnschichtaufbau selbst, oder in einer zweiten – mit der ersten thermisch eng kontaktierten – Schicht durchgeführt wird, wobei das Element miniaturisiert und im Batch-Prozeß in mit der Siliziumtechnologie verträglicher Weise hergestellt wird und hierbei Membranen mit Heizelementen und optische Schichtaufbauten in gezielter Auswahl und gegenseitiger Abstimmung ihrer Eigenschaften (optische Transmission, hohe Wärmeleitfähigkeit, geringe Wärmekapazität usw.) miteinander kombiniert werden.

2. Optoelektronisches Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Dünnschichtaufbau um eine Abfolge von  $\lambda/4$ - bzw.  $\lambda/2$ -Schichten mit abwechselnd unterschiedlichem Brechungsindex handelt.

3. Optoelektronisches Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Dünnschichtaufbau um eine oder mehrere Schichten aus amorphem Silizium  $\alpha$  – Si : H oder dessen Legierungen besteht.

4. Optoelektronisches Element nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Schichten ätzresistent oder mit beispielsweise SiN passiviert sind.

5. Optoelektronisches Element nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerschicht des Schichtaufbaus aus einer durch anisotropes Siliziumätzen hergestellten SiN-, SiO- oder SiC-Membran gebildet wird.

6. Optoelektronisches Element nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Heizung Schichten aus Platin, Polysilizium oder Indiumzinnoxid aufgebracht werden.

7. Optoelektronisches Element nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizschichten so geformt sind, daß in der Trägerschicht ein optisches Transmissionsfenster gebildet ist.

8. Optoelektronisches Element nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizschichten so geformt sind, daß auf der Membran ein gezielter Temperaturgradient erzeugt wird.

9. Optoelektronisches Element nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Heizelement aus einem optisch transparenten, elektrisch leitfähigen Medium gebildet und flächhaft auf oder unter dem Filterpaket zur gezielten Temperatureinstellung angeordnet ist.

10. Optoelektronisches Element nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein optisches Bandpaßfilter variabler Durchlaßkurvenbreite aus zwei thermooptisch veränderbaren Spiegelschichtmembranen die auf verschiedener Temperatur gehalten werden, gebildet wird und der Überlappbereich durch Variation der Temperaturdifferenz der Spiegelschichtmembranen vergrößert oder verkleinert ist.

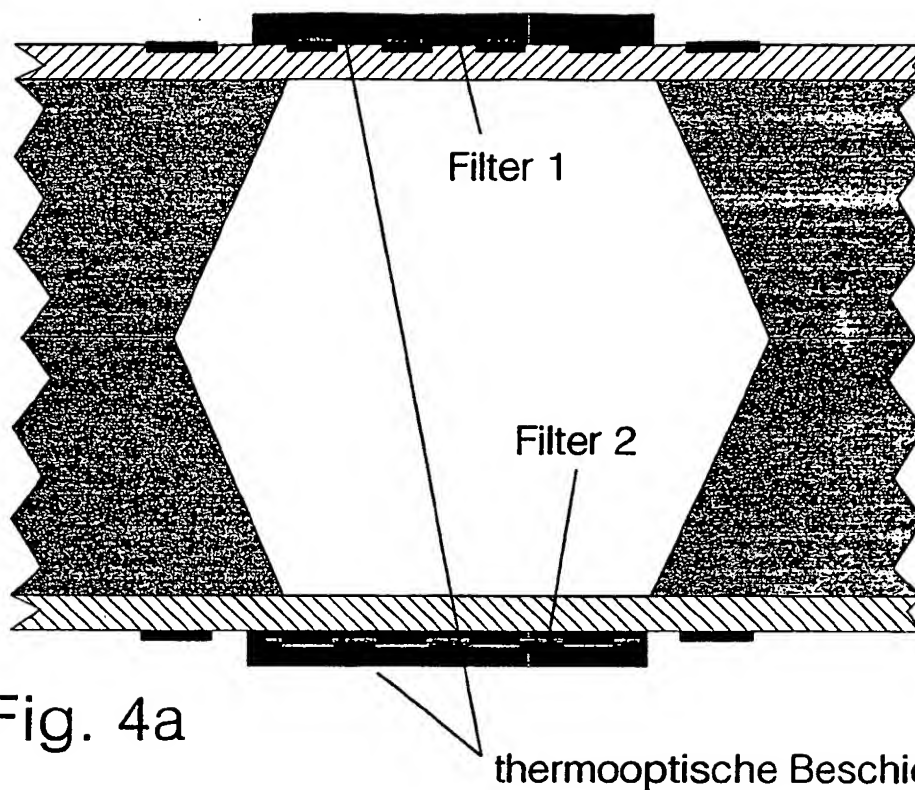


Fig. 4a

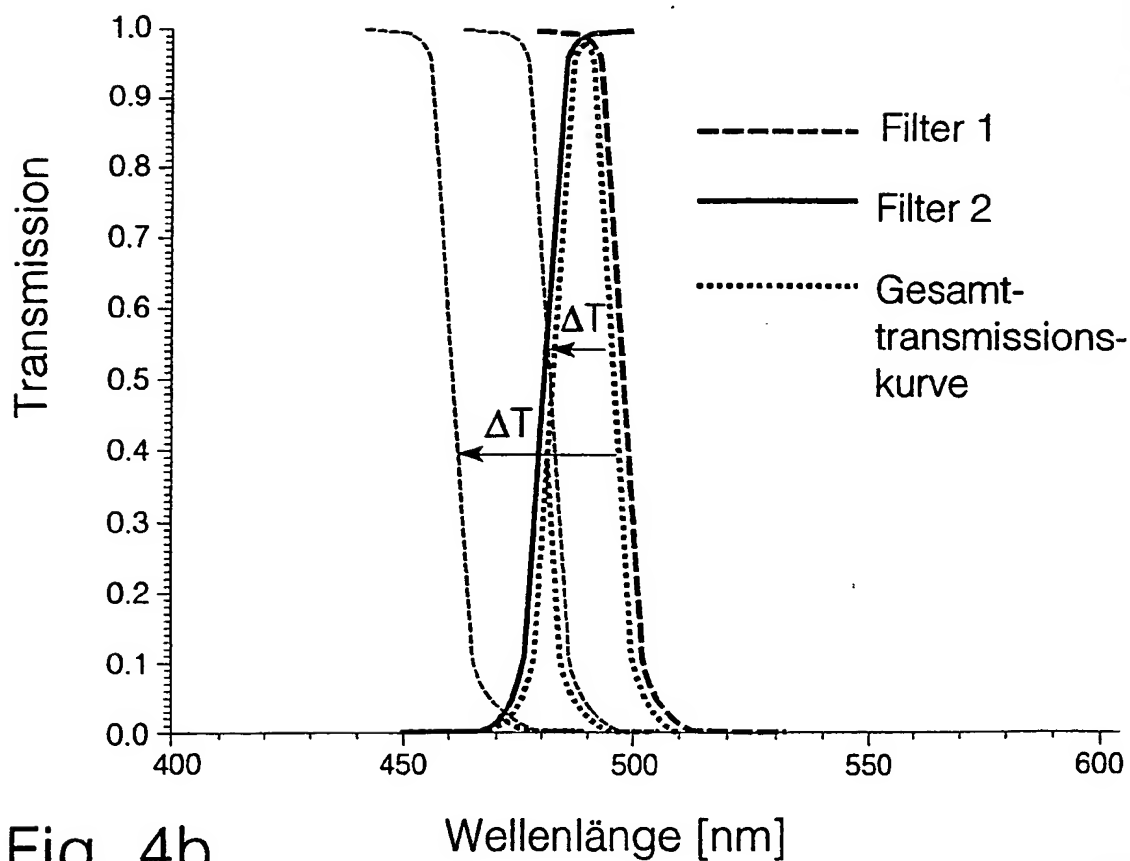


Fig. 4b

BEST AVAILABLE COPY

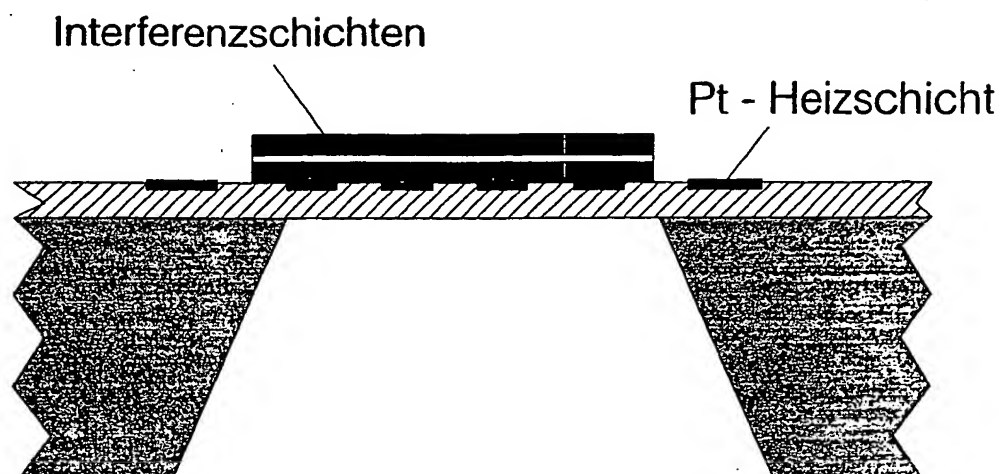


Fig. 1a

X

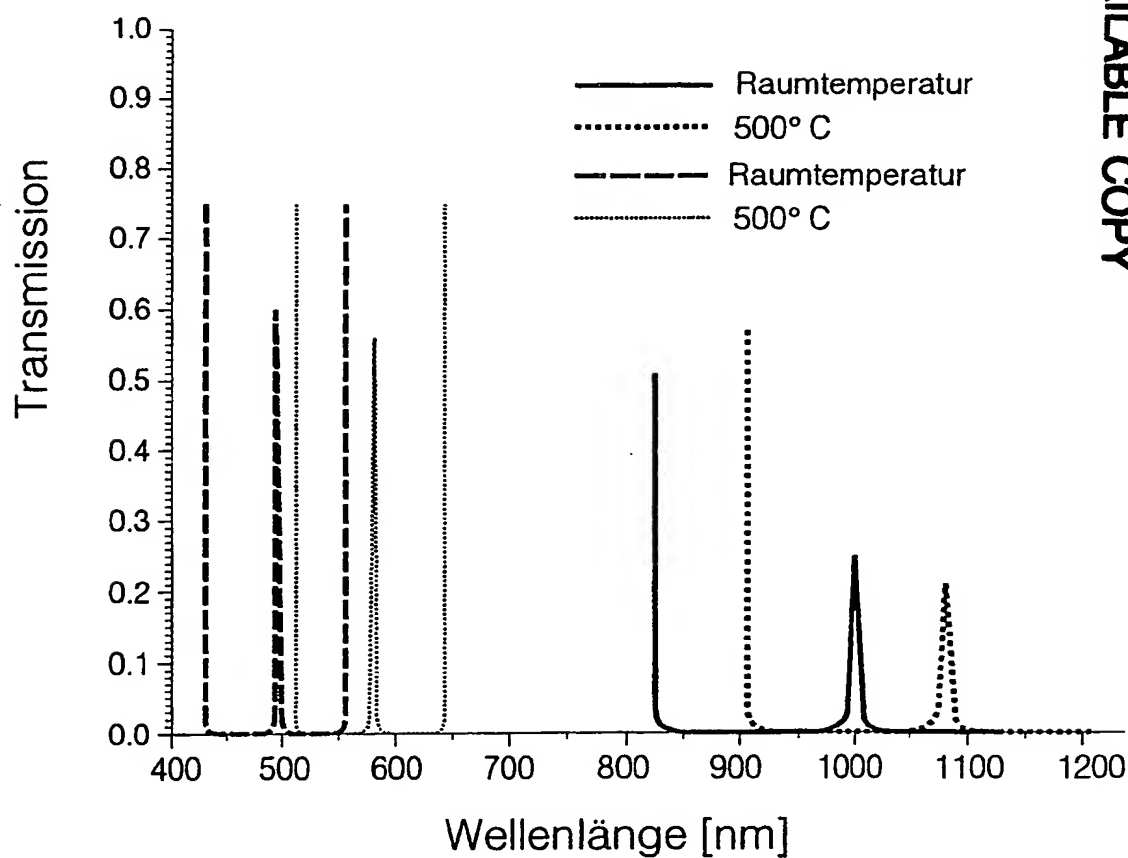


Fig. 1b

BEST AVAILABLE COPY